

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-110053  
(P2001-110053A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム(参考)
G 1 1 B 7/0045		G 1 1 B 7/0045	A 5 D 0 4 4
19/247		19/247	R 5 D 0 9 0
20/12		20/12	5 D 1 0 9

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-291864

(22) 出願日 平成11年10月14日 (1999.10.14)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 横井 研哉

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外1名)

Fターム(参考) 5D044 AB07 BC05 BC06 CC04 DE12  
EF02

5D090 AA01 BB04 CC01 CC16 DD03

DD05 EE01 FF08 GG01 KK05

LL08

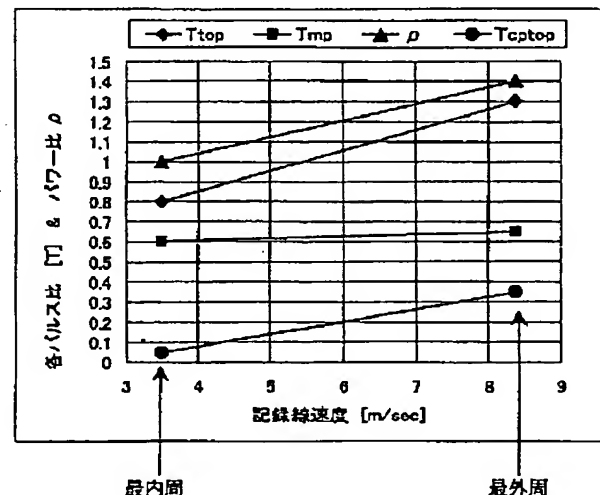
5D109 KA02 KD34

(54) 【発明の名称】 情報記録方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の再生専用メディアの記録フォーマットとの互換性を維持しながら、光ディスク媒体をCAV方式で回転駆動する簡易な方法を用いて、光ディスク媒体全面に渡って均一な信号特性で記録できる情報記録方法を提供する。

【解決手段】 記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、記録線速度の増加に応じて、先頭冷却パルスのパルス幅を増加させ、光ディスク媒体の最小記録線速度に対する、最大記録線速度における先頭冷却パルスのパルス幅がその累積の増加分として、0.2 T ~ 0.5 T の範囲内で、後続の冷却パルスのパルス幅を超えないパルス幅に設定されるようにして、所望の記録線速度に応じて先頭冷却パルスのパルス幅を所定の間隔で更新させることで、ディスク回転数を一定するCAV制御によって記録線速度が変化しても、光ディスク媒体全面に渡って均一な特性の記録が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源から照射されるレーザ光が加熱パルスと冷却パルスとからなる記録パルス列により情報がビットに形成される記録層を有する光ディスク媒体上に記録する際に、

記録線速度の変化に応じて記録クロック周期  $T$  を変化させて、記録線密度が略一定となるようにして記録を行うとともに、

前記記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて前記先頭冷却パルスのパルス幅の設定値を所定の間隔で更新するようにした情報記録方法。

【請求項 2】 前記記録線速度の増加に応じて、前記先頭冷却パルスのパルス幅を増加させるようにした請求項 1 記載の情報記録方法。

【請求項 3】 前記光ディスク媒体の最内周位置での最小記録線速度における各設定値に対する、前記光ディスク媒体の最外周位置での最大記録線速度における前記先頭冷却パルスのパルス幅がその累積の増加分として、 $0.2T \sim 0.5T$  の範囲内で、後続の冷却パルスのパルス幅を超えないパルス幅に設定されている請求項 1 又は 2 記載の情報記録方法。

【請求項 4】 記録クロック周期  $T$  に対する先頭加熱パルスのパルス幅の比  $T_{top}$  及び後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比  $T_{mp}$  と、所望の記録線速度における記録パワー  $P_w$  の最小記録線速度での最適記録パワー  $P_{wmin}$  との比  $\rho = P_w / P_{wmin}$  の各々の設定値が、

前記光ディスク媒体の最内周位置での最小記録線速度における各設定値に対する、前記光ディスク媒体の最外周位置での最大記録線速度における各設定値の累積の増加分として、前記比  $T_{top}$  が  $0.3T \sim 0.7T$  の範囲、前記デューティ比  $T_{mp}$  が  $0.03T \sim 0.07T$  の範囲、前記比  $\rho$  が  $0.3 \sim 0.6$  の範囲となるように、記録線速度の増加に応じて、何れも増加させるようにした請求項 1、2 又は 3 記載の情報記録方法。

【請求項 5】 再生される記録情報の最長データと最短データとのアシンメトリの差が、前記先頭冷却パルスのパルス幅を含む全ての設定値を更新させる前後で 10% 以内となるように、各々の設定値の変化量又は更新間隔を設定してなる請求項 1 ないし 5 の何れかーに記載の情報記録方法。

【請求項 6】 形成されるマークの直前のスペース長が最短長であるとき、そのマークを形成する前記記録パルス列の前記先頭加熱パルスの前エッジをその先頭加熱パルスのパルス幅が短くなるように、回転角一定方式における記録線速度の変化に対して同一の補正量として  $0.02T \sim 0.07T$  の範囲で設定して記録させるようにした請求項 1 ないし 5 の何れかーに記載の情報記

録方法。

【請求項 7】 前記光ディスク媒体上にプリフォーマットされた前記記録パルス列の設定値、若しくは、より以前に所定の領域に記録されたディスク情報に含まれる前記記録パルス列の設定値の何れかの、複数の記録線速度毎の最適設定値に基づいて、前記所定の間隔で更新させる変化量又は勾配を算出するようにした請求項 1 ないし 6 の何れかーに記載の情報記録方法。

【請求項 8】 前記光ディスク媒体上にプリフォーマットされたアドレス情報を検出し、前記所定の間隔で更新させる変化量からそのアドレス情報に対応する前記記録パルス列の設定値を算出し、前記所定の間隔とアドレスの範囲とを対応付けるようにした請求項 1 ないし 7 の何れかーに記載の情報記録方法。

【請求項 9】 レーザ光源から照射されるレーザ光が加熱パルスと冷却パルスとからなる記録パルス列により情報がビットに形成される記録層を有する光ディスク媒体上に記録する際に、記録線速度の変化に応じて記録クロック周期  $T$  を変化させて、記録線密度が略一定となるようにして記録を行う情報記録装置であって、

前記記録パルス列における前記加熱パルスの前エッジと後エッジを変化させるための多数段のエッジ信号生成回路と、

前記記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて前記先頭冷却パルスのパルス幅の設定値、並びに、記録クロック周期  $T$  に対する先頭加熱パルスのパルス幅の比  $T_{top}$  及び後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比  $T_{mp}$  と、所望の記録線速度における記録パワー  $P_w$  の最小記録線速度での最適記録パワー  $P_{wmin}$  との比  $\rho = P_w / P_{wmin}$  の各々の設定値を算出し随時更新するコントローラと、

前記エッジ信号生成回路から出力される多数段のエッジ信号中から前記の各設定値に基づいて、先頭加熱パルスと後続の加熱パルスの各々に対応した所定のエッジ信号を選択するセレクトと、

前記レーザ光源の射出光量を随時更新するドライバ回路と、を備える情報記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、映像用 DVD (Digital Video 又は Versatile Disk) や DVD-ROM などの再生専用の DVD メディアとフォーマットの互換性を有する DVD-R (Recordable) 又は DVD-RW (ReWritable) ディスク等の光ディスク媒体に対する情報記録方法及びその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 マルチメディアの普及に伴い、映像用 DVD や DVD-ROM などの再生専用メディアや、記録

層として色素材料を用いた追記型のDVD-R及び相変化材料を用いた書換型のDVD-RWなどの情報記録メディアが開発されている。

【0003】これらのDVDメディアに記録されている情報（この例ではセクタ）は、図8（a）に示すようなフォーマットである。このようなフォーマットでは、図8（d）に示すようにメディアの全トラック上に一定の線密度で連続的にデータ（セクタ）が記録されている。

【0004】この再生専用メディアと互換性を有するフォーマットの情報記録媒体とするために、従来では、情報記録媒体（メディア）の回転速度制御法として図8

（b）に示すようにCLV（Constant Linear Velocity:線速度一定）方式を用いて、トラック半径に反比例した回転数になるようにメディアの回転速度を制御し、トラックの線速度を常に一定にしながら、一定の記録チャンネルクロックの周波数で情報の記録を行っている。

【0005】しかしながら、CLV方式により回転速度の制御を行うためには、トラックの線速度を常に一定にするために、メディアの回転速度を変化させる必要がある。即ち、メディアを回転駆動するスピンドルモータの変速を伴うため、大きな回転トルクを必要とし大型で高コストなモータが必要となる。また、シーク時において、スピンドルモータの変速を完了するまでに待ち時間がかかるため、HDDやMOドライブなどと比較して、多大なアクセス時間を要するという欠点がある。

【0006】このようなことから、メディアの回転速度を変速制御することなく常に一定にして、メディアに記録を行うには、メディアに記録される情報のフォーマットを図9に示すようなものにするものも考えられている。即ち、図9（c）に示すように、メディアに記録するチャンネルクロックの周波数を、トラックの半径位置に比例させて、内周側で小さく、外周側で大きくさせるものである。この場合には、記録線速度は内周側で小さく外周側で大きくなるため、図9（d）に示すように記録線密度は一定である。また、メディアの回転数（回転速度）を図9（b）に示すように常に一定として、即ち、CAV（Constant Angular Velocity:回転角一定）方式で、メディアに情報を記録することが可能となる。

【0007】これによって、メディアを回転駆動するスピンドルモータの回転変速制御が不要となり、従って、低回転トルクで良く、小型で低コストなモータが使用できるようになる。また、変速を行わないためシーク時の変速待ち時間が不要となりアクセス時間を大幅に短縮することができる。

【0008】しかしながら、一般的にヒートモードによってビット（マーク）が形成される色素系のDVD-Rメディアや相変化型のRWメディアは、特定の記録線速度において記録時のレーザ発光による記録パルス列のパルス幅と記録パワーが最適化され、異なった記録線速度

では形成されるマークやスペースの状態が変化する。即ち、マークの形成に必要な先頭加熱パルスによる熱容量の不足が発生したり、最適な分解温度に対して到達する加熱温度が異なってマークの平均長がばらついたり、最適な加熱パルスのデューティ比が異なって均一なマーク幅が得られなくなりマーク長に応じて太りや細り（いわゆる涙型マーク）が生じたりして、ジッタ特性が悪化してしまう。

【0009】この点、例えば特開平5-225570号公報によれば、個々の光ディスクの全記録可能領域に対応する最適記録光量を比較的短時間に求めるために、試し書き用領域に少なくとも2つの位置に等しい記録線速度で最適記録光量を求め、補間ルーチンにより求めた2つの記録線速度における最適記録光量に対して内挿処理又は外挿処理を行うことにより、全ての記録線速度での最適記録光量を求めるようにしている。

【0010】また、特開平5-274678号公報によれば、ジッタ特性を悪化させることなく、記録に必要なレーザパワーを低減させるために、光ディスクを一定の回転数で回転させながら、領域によって異なる基準クロックに基づき情報信号に応じて強度変調された光ビームを照射することによって、外周側の領域で内周側の領域より高い周波数で情報を記録する方法において、光ビームを、各領域において基準クロックの周波数の整数倍の周波数で周期的にパルス発光する光ビームとし、かつ、外周側の領域に光ビームが照射されるときに、内周側の領域に光ビームが照射されるときより、パルス発光のデューティ比を大きくするようにしている。

【0011】さらに、特開平10-106008号公報によれば、高速・高信頼性の記録が可能な光ディスク装置を提供するために、光ディスク、光ヘッド、同期信号生成手段、VCO、位相比較手段、コントローラ及び記録信号生成手段を具備し、記録線速度に応じて記録信号のパルス高さ・幅を変化させることで、常に最良の記録条件で記録を行えるようにしている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】即ち、これらの公報例の場合、CAV方式において記録線速度に応じてパルス発光のデューティ比等の記録パルス列の何らかの要素の設定値を可変させるように制御しているものであるが、光ディスク媒体に対する定性的な効果であり、特にDVDの記録メディアに対しては不十分である。即ち、ジッタ特性等の記録情報（RF信号）の特性変動には複数の要因が相互に作用しているため、これらの公報例のような記録方法では不十分で必ずしも光ディスク媒体の全面に渡って均一な信号特性で記録することができず、必ずしも所望の効果が得られるものではない。また、記録パルス列の設定値を変化させるにしても、その変化のさせ方について定量的には検討されていないものである。

【0013】また、記録パルス列の設定値を変化させる

場合も、設定を変化させた前後で再生信号の変調度やアシンメトリの変化が生じ、2値化するためのスライスレベルが追従できなくなりジッタの悪化が生じてしまう。

【0014】そこで、本発明は、光ディスク媒体を回転駆動しながら情報を記録するとき、光ディスク媒体の回転速度を変速制御することなく、また、従来の再生専用メディアの記録フォーマットとの互換性を維持しながら、簡易な方法を用いて、光ディスク媒体全面に渡って均一な信号特性で記録することが可能な情報記録方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0015】また、本発明は、2値化のスライスレベルに対する変動を抑え、ジッタ特性の悪化を防止して、再生クロックのPLLも安定動作するような情報記録方法を提供することを目的とする。

【0016】さらに、本発明は、CAV制御によって記録を行う場合においても、全ての記録線速度に対して蓄熱の影響によるマークのエッジシフトを補正して光ディスク媒体全面に渡って低ジッタな記録を行える情報記録方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明の情報記録方法は、レーザ光源から照射されるレーザ光の記録パルス列により情報がビットに形成される記録層を有する光ディスク媒体上に記録する際に、記録線速度の変化に応じて記録クロック周期 $T$ を変化させて、記録線密度が略一定となるようにして記録を行うとともに、前記記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて該先頭冷却パルスのパルス幅の設定値を所定の間隔で更新するようにした。

【0018】従って、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録線速度が変化しても、各々の記録線速度に対して最適な記録パルス列が設定できるようになり、光ディスク媒体全面に渡って均一な特性の記録が可能となる。

【0019】請求項2記載の発明は、請求項1記載の情報記録方法において、前記記録線速度の増加に応じて、前記先頭冷却パルスのパルス幅を増加させるようにした。

【0020】従って、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録時の線速度が変化しても、最内周から最外周まで連続的に最適な記録パルス列が設定できるようになり、光ディスク媒体全面に渡って均一な特性の記録が可能となる。

【0021】請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の情報記録方法において、前記光ディスク媒体の最内周位置での最小記録線速度における各設定値に対する、前記光ディスク媒体の最外周位置での最大記録線速度における前記先頭冷却パルスのパルス幅がその累積の増加

分として、 $0.2T \sim 0.5T$ の範囲内で、後続の冷却パルスのパルス幅を超えないパルス幅に設定されている。

【0022】従って、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録時の線速度が変化しても、各種の光ディスク媒体に対して不適当な設定が防止でき、最内周から最外周まで連続的に最適な記録パルス列が設定できるようになる。

【0023】請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の情報記録方法において、記録クロック周期 $T$ に対する先頭加熱パルスのパルス幅の比 $T_{top}$ 及び後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ と、所望の記録線速度における記録パワー $P_w$ の最小記録線速度での最適記録パワー $P_{wmin}$ との比 $\rho = P_w / P_{wmin}$ の各々の設定値が、前記光ディスク媒体の最内周位置での最小記録線速度における各設定値に対する、前記光ディスク媒体の最外周位置での最大記録線速度における各設定値の累積の増加分として、前記 $T_{top}$ が $0.3T \sim 0.7T$ の範囲、前記デューティ比 $T_{mp}$ が $0.03T \sim 0.07T$ の範囲、前記 $\rho$ が $0.3 \sim 0.6$ の範囲となるように、記録線速度の増加に応じて、何れも増加させるようにした。

【0024】従って、特に色素系の光ディスク媒体に対して最適な記録パルス列の設定が可能となり、累積の増加分の範囲では記録不良を起こすような設定が防止でき、均一な再生特性が得られる記録が可能となる。

【0025】請求項5記載の発明は、請求項1ないし4の何れかに記載の情報記録方法において、再生される記録情報の最長データと最短データとのアシンメトリの差が、前記記録パルス列の前記 $T_{top}$ 、前記デューティ比 $T_{mp}$ 及び前記 $\rho$ の設定値を更新させる前後で10%以内となるように、各々の設定値の変化量又は更新間隔を設定してなる。

【0026】従って、2値化のスライスレベルに対する変動を抑えることができ、ジッタ特性が悪化することなく、また、再生クロックのPLLの安定性も良好となる記録が可能となる。

【0027】請求項6記載の発明は、請求項1ないし4の何れかに記載の情報記録方法において、形成されるマークの直前のスペース長が最短長であるとき、そのマークを形成する前記記録パルス列の前記先頭加熱パルスの前エッジをその先頭加熱パルスのパルス幅が短くなるように、回転角一定方式における記録線速度の変化に対して同一の補正量として $-0.02T \sim -0.07T$ の範囲で設定して記録させるようにした。

【0028】従って、色素材料の種類や溝構成等が異なった光ディスク媒体に関して、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録を行う場合においても、全ての記録線速度に対して蓄熱の影響によるマークのエッジシフトを補正でき、光ディスク媒体全面に渡って低ジ

ッタな記録が可能となる。

【0029】請求項7記載の発明は、請求項1ないし6の何れかに記載の情報記録方法において、前記光ディスク媒体上にプリフォーマットされた前記記録パルス列の設定値、若しくは、より以前に所定の領域に記録されたディスク情報に含まれる前記記録パルス列の設定値の何れかの、複数の記録線速度毎の最適設定値に基づいて、前記所定の間隔で更新させる変化量又は勾配を算出するようにした。

【0030】従って、必要以上に設定値の更新をすることなく、簡易な方法で光ディスク媒体全面に渡って均一な特性で記録をすることが可能となる。

【0031】請求項8記載の発明は、請求項1ないし7の何れかに記載の情報記録方法において、前記光ディスク媒体上にプリフォーマットされたアドレス情報を検出し、前記所定の間隔で更新させる変化量からそのアドレス情報に対応する前記記録パルス列の設定値を算出し、前記所定の間隔とアドレスの範囲とを対応付けるようにした。

【0032】従って、記録中であっても記録パルス列の最適な設定値からずれないように、設定値の更新の間隔を容易に認識することが可能となる。よって、ディスク回転数を一定とするCAV方式における記録パルス列の設定値を高精度に更新できる。

【0033】請求項9記載の発明の情報記録装置は、レーザ光源から照射されるレーザ光が加熱パルスと冷却パルスとからなる記録パルス列により情報がビットに形成される記録層を有する光ディスク媒体上に記録する際に、記録線速度の変化に応じて記録クロック周期Tを変化させて、記録線密度が略一定となるようにして記録を行う情報記録装置であって、前記記録パルス列における前記加熱パルスの前エッジと後エッジを変化させるための多数段のエッジ信号生成回路と、前記記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて前記先頭冷却パルスのパルス幅の設定値前記記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて前記先頭冷却パルスのパルス幅の設定値、並びに、記録クロック周期Tに対する先頭加熱パルスのパルス幅の比 $T_{top}$ 及び後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ と、所望の記録線速度における記録パワー $P_w$ の最小記録線速度での最適記録パワー $P_{wmin}$ との比 $\rho = P_w / P_{wmin}$ の各々の設定値を算出し随時更新するコントローラとを算出し随時更新するコントローラと、前記エッジ信号生成回路から出力される多数段のエッジ信号中から前記の各設定値に基づいて、先頭加熱パルスと後続の加熱パルスの各々に対応した所定のエッジ信号を選択するセレクト

と、前記レーザ光源の出射光量を随時更新するドライバ回路と、を備える。

【0034】従って、簡易で小規模な回路構成で請求項1ないし8記載の情報記録方法を用いたCAV制御による記録が可能となる。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態を図1ないし図5に基づいて説明する。まず、光ディスク媒体である色素系光ディスクで用いる基本的な記録パルス列の設定として、図1に示すように、各々のマークデータ長 $nT$ に対する記録パルス列を構成するパルス数 $n-x$  ( $x$ は1又は2)や、記録クロック周期 $T$ に対する先頭加熱パルスのパルス幅の比 $T_{top}$ と、後続するマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ がある。また、記録パワーの設定として、記録パワー $P_w$ とバイアスパワー $P_b$ がある。記録パワーについては、マーク形成の状態は記録線速度 $L_v$ と強い相関を持つため、最内周位置、即ち、最小記録線速度における最適記録パワー $P_{wmin}$ に対する所望の任意の半径位置(記録線速度)における記録パワー $P_w$ の比 $\rho = P_w / P_{wmin}$ を設定する。本実施の形態では、これらの設定値のうち、比 $T_{top}$ とデューティ比 $T_{mp}$ と比 $\rho$ とについて、より詳細な設定を行うものである。また、本実施の形態ではこれらの他に、記録クロック周期 $T$ に対する先頭冷却パルスのパルス幅の比 $T_{cptop}$ についても、より詳細な設定を行うようにしている。

【0036】直径120mmの色素系のDVDディスクに対してCAV方式で記録制御を行うと、記録線速度はディスクの最内周位置で3.5m/s、最外周位置で8.4m/s程度となり、記録クロック周波数はディスクの最内周位置で26.2MHz、最外周位置で63.3MHzとなる。このような約2.4倍の記録線速度の変化が必要な記録を色素系のDVDディスクで行うとき、全域に渡って同一の記録パルス列及び記録パワーの設定値を用いると、高い記録線速度になるに従って(外周になるに従って)、先頭加熱パルスによる予備加熱に過不足が生じてRF信号の変調度がばらついたり、RF信号の対称性(アシンメトリ)のばらつきが大きくなる。また、後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比の最適値にずれを生じ、記録マーク幅が不均一になってしまう。本実施の形態では、以下に説明するように、光ディスク媒体の最内周から最外周に渡って均一な信号特性を有し低ジッタな記録を可能とするものである。

【0037】まず、図2に示すように最内周位置における最小記録線速度においては、記録パルス列を構成するパルス数を $n-1$  ( $n$ はマークデータ長)、比 $T_{top}$ を0.80T、デューティ比 $T_{mp}$ を0.60T、最適記録パワー $P_{wmin}$ を10mW、先頭冷却パルスのパルス幅を0.05Tに設定している。これらの設定値は、色素系

★  
記録線速度は、  
内周と外周  
で異なる

の記録ディスクの代表的な数値値であり、各種チューニングや記録材料の種類によって異なった最適値となる。そして、図2に示すように、記録線速度の増加に応じて比 $T_{top}$ とデューティ比 $T_{mp}$ との設定値と、記録パワー $P_w$ との比 $\rho = P_w / P_{wmin}$ と、比 $T_{cptop}$ を、何れも増加するように変化させることで、マーク先端部分に最適な熱量を加え、かつ、最適な記録パワーで記録することができるようになり、マーク幅が均一に形成できるので、ジッタ特性を良好に維持することができる。

【0038】このように、記録線速度が半径位置によって変化するCAV方式によって記録する場合、これらの設定値を以下のように更新することができる。具体的な設定値例としては、図3又は図4に示すように、先端加熱パルスのパルス幅の記録クロック周期 $T$ に対する比 $T_{top}$ は、最内周位置での $0.8T$  ( $\approx 30.6ns$ ) から最外周位置での $1.3T$  ( $\approx 20.5ns$ ) まで変化させ、累積の増加分で記録クロック周期 $T$ に対して $0.5T$ 長くなるように設定値を更新変更させている。また、比 $T_{top}$ の設定値を更新させる間隔は、記録線速度の幅で約 $0.35m/s$ のステップとして段階的に更新させている。

【0039】同様に、後続のマルチパルス部の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ は、最内周位置での $0.60T$  ( $\approx 22.9ns$ ) から、最外周位置での $0.65T$  ( $\approx 10.3ns$ ) まで変化させ、累積の増加分で $0.05T$ 長くなるように設定値を更新変更している。また、デューティ比 $T_{mp}$ の設定値を更新させる間隔も比 $T_{top}$ と同様である。

【0040】また、記録パワー $P_w$ は最内周位置での $10mW$ から、最外周位置での $14mW$ まで変化させている。よって、最外周位置での最内周位置の最適記録パワー $P_{wmin}$ に対する比 $\rho$ は1から1.4まで、即ち累積の増加分で $0.4$ 大きくなるように設定値を更新変更している。また、比 $\rho$ の設定値を更新させる間隔も比 $T_{top}$ と同様である。

【0041】また、先端冷却パルスの記録クロック周期 $T$ に対する比 $T_{cptop}$ は、最内周位置での $0.05T$  ( $\approx 1.9ns$ ) から最外周位置での $0.35T$  ( $\approx 5.6ns$ ) まで変化させ、トータルで記録クロック周期 $T$ に対して累積の増加分で $0.30T$ 長くなるように設定値を更新変更させている。このとき、先端冷却パルスは前エッジ位置を変化させるようにするため、先端加熱パルスは記録クロックのエッジに対して前方にシフトするようなタイミングとなっている。

【0042】このようにこれらの比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、比 $\rho$ 及び比 $T_{cptop}$ の全ての設定値をディスク外周側になるにつれて何れも増加させるように更新変更することで、再生されたRF信号は14T変調度や3T変調度やアシンメトリの変化が少なく、ジッタの増加も少ない信号となり、良好な記録が可能となるものであ

る。

【0043】ところで、上述した各設定値は、特定の色素材料と溝構成でのディスクについての代表的な値である。しかしながら、色素系の記録ディスクはレーザ照射による熱分解やそれに伴う基板変形による光学的変化を生じさせ、その変化によりマークを形成することで情報の記録が行われる。このようなヒートモードによりマークが形成される場合、本実施の形態に良く適合する。代表的な有機色素の例としては、ポリメチン色素、シアニン系、ナフトロシアニン系、フタロシアニン系、スクアリリウム系、ピリリウム系、ナフトキノロン系、アントラキノロン系(インダンスレン系)、キサンテン系、トリフェニルメタン系、アズレン系、フェナンスレン系、トリフェノチアジン系染料及びアゾ系等の金属錯体化合物などが挙げられる。これらの色素は光学特性、記録感度、信号特性などの向上の目的で他の有機色素及び金属、金属化合物と混合又は積層化して用いても良い。また、金属、金属化合物の例としてはIn、Te、Bi、Se、Sb、Ge、Sn、Al、Be、 $TeO_2$ 、 $SnO$ 、As、Cdなどが挙げられ、各々を分散混合或いは積層の形態で用いることができる。記録層の形成方法としては、蒸着、スパッタリング、CVD又は溶剤塗布などの通常的手段によって行うことができる。塗布法を用いる場合には上記染料などを有機溶剤に溶解して、スプレー、ローラーコーティング、ディッピング及びスピンコーティングなどの慣用のコーティング法によって行うことができる。

【0044】これらの種々の色素系の記録ディスクでは、最適な各設定値は異なった値となる。しかしながら、CAV方式による記録を行う場合には、先端加熱パルスと後続のマルチパルス部の加熱パルスの設定値や記録パワーの設定値(比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、比 $\rho$ の設定値)については、何れの記録ディスクについても記録線速度 $L_v$ に対して同様な最適化で適応できる。また、相変化型の記録ディスクにおいても記録線速度に対しては同様な記録特性を示し、各々の設定値を最適化することで適応が可能である。

【0045】このような構成の光ディスク媒体では、最内周位置に対する最外周位置での各設定値の増加分は、先端加熱パルスの記録クロック周期 $T$ に対する比 $T_{top}$ が $0.3T \sim 0.7T$ の範囲で、かつ、後続のマルチパルス部の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ が $0.03T \sim 0.07T$ の範囲で、かつ、記録パワーの比 $\rho$ が $0.3 \sim 0.6$ の範囲で、先端冷却パルスの記録クロック周期 $T$ に対する比 $T_{cptop}$ が $0.2T \sim 0.5T$ の範囲となるように増加させることで、直径が120mmのサイズを有する各種の色素系の記録可能なDVDディスクに対してCAV方式で記録を行うことが可能となる。

【0046】以下に各々の設定値について、詳細な説明する。一般的に色素系の記録ディスクに対して異なる記

10

20

30

40

50



録線速度で記録する場合、記録パワーは記録線速度の平方根に略比例することが知られている（例えば、前述した特開平10-106008号公報参照）。即ち記録パワーを $P_w$ 、記録線速度を $L_v$ 、定数を $K_{lv}$ とすると、 $P_w = K_{lv} \sqrt{L_v}$ で算出された記録パワーとしている。しかしながら、前述のように先頭加熱パルスの比 $T_{top}$ とマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ とを含めた全ての設定値を、記録線速度 $L_v$ に応じて最適化する場合においては、前述の記録パワーの比を $\rho$ 、定数 $K_{pw}$ とすると、最小と最大の記録線速度での最適な記録パワーは、 $\rho = K_{lv} \times L_v + K_{pw}$ で直線近似して算出した記録パワーが、全域の記録線速度に対して適正な値を示すようになる。また、比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、比 $T_{cptop}$ についても同様に直線近似して算出した設定値を用いることで全域の記録線速度に対して最適な設定値を得ることができる。本実施の形態の設定値においては、各々

$$T_{top} = 0.10 \times L_v + 0.44$$

$$T_{mp} = 0.01 \times L_v + 0.56$$

$$P_w = P_{wmin} \times (0.08 \times L_v + 0.72)$$

$$T_{cptop} = 0.06 \times L_v - 0.16$$

なる近似式を用いている。このような設定値を更新する設定方法を用いることで、簡易な演算によって任意の記録線速度に対して最適な設定値を算出することが可能となる。

【0047】また、記録線速度 $L_v$ の増加に対応して、上述のように各設定値を更新する間隔としてはRF信号の特性上は、極力、細かなステップが望ましいがコントローラの負担が増大する。しかしながら、設定値を更新した前後におけるRF信号の最長データと最短データとのアシンメトリの差は、再生された情報のエラーレートなどに多大な影響を及ぼす。図5に示すように、設定値を更新変更した時点前後のアシンメトリ差が $\pm 10\%$ 近傍になると、急激にジッタ特性が悪化する。したがって、アシンメトリの差は、 $\pm 10\%$ 以内にしない必要がある。また、RF信号を2値化するためのスライス回路は、このアシンメトリの差に追従する時定数をもたないため正確な2値化が行えず、RF信号に大きなエッジシフトが生じてしまう。場合によっては、再生クロック生成のためのPLLが外れることもある。なお、より詳細な考察によれば、ジッタ特性やPLL安定性を考慮すると、アシンメトリ差が $\pm 5\%$ 以内となるように、前述の設定値を更新することが望ましい。

【0048】また、上述した4つの設定値（加熱パルス比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、記録パワー比 $\rho$ 、冷却パルス比 $T_{cptop}$ の設定値）は各々単独でも多少の効果は認められるが、RF信号の特性変動は相互作用をもつため、少なくとも2つの設定値で実施することが望ましい。なお、本実施の形態のように、4つの設定値（比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 及び比 $\rho$ の設定値）全てを更新

設定する場合に最も効果があることは言うまでもない。

【0049】本発明の第二の実施の形態について説明する。色素系の記録ディスクに関して、一層低ジッタな記録を行うためには、記録するデータ長に応じて先頭加熱パルスの記録クロック周期 $T$ に対する比 $T_{top}$ の前エッジを補正することが有効である。一般的に、記録層に色素材料を用いた場合、記録するマークの直前のスペース長に応じて蓄積された加熱量が異なり、マークの前エッジがシフトしてしまう。この現象は最短スペース長において顕著となるため、前記の補正が特に有効である。具体的には、表1に示すような先頭加熱パルスのパルス幅の補正量によって記録を行うことで一層低ジッタな記録が実現できる。

【0050】

【表1】

先頭加熱パルス幅(前エッジ)の補正量

		記録するマーク長		
		3T	4T ~ 14T	
直前スペース長の補正	3T	-0.02T	-0.05T	
	4T	+0.02T	$\pm 0T$	
	14T			

【0051】本実施の形態では、EFM変調された記録データを用いているので、直前スペース長が3Tで、マーク長が4T~14Tのときに-0.05Tだけ先頭加熱パルスのパルス幅が短くなるように前エッジを補正している。また、直前スペース長が3Tでマーク長が3Tのときは、エッジシフトが軽微となるため-0.02Tだけ補正している。これらの補正は、全ての直前スペース長とマーク長の組み合わせの中で特に有効であり、表1に示したその他の組み合わせの補正量によるジッタの低減の効果は小さい。

【0052】第一の実施の形態に示したようなCAV方式によって記録を行う場合においても、本実施の形態の補正は全ての記録線速度 $L_v$ に対して適応している。即ち、最内周位置における最小記録線速度での補正量は、直前スペース長とマーク長の組み合わせが3T-3Tのとき-0.02T（約-0.75ns）で、3T-4~14Tのとき-0.05T（約-1.9ns）である。また、最外周位置における最大記録線速度での補正量は、クロック周期 $T$ に対しては同一の補正量でよく、同様の組み合わせが3T-3Tのとき約-0.3nsであり3T-4~14Tのとき約-0.8nsである。このように、形成されるマークの直前のスペース長が最短長であるとき、そのビットを形成する記録パルス列の先頭加熱パルスの前エッジを先頭加熱パルスのパルス幅が短くなるように、CAV記録における記録線速度の変化に対して同一の補正量によって記録を行うことで、記録ディス

ク全面に渡って低ジッタな記録が可能となる。

【0053】なお、補正量については、色素材料の種類や溝構成のチューニングによって異なった記録ディスクであっても、 $-0.02T \sim -0.07T$ の範囲で補正量を設定することで対応することが可能となる。

【0054】本発明の第三の実施の形態を図6を参照して説明する。CDやDVDなどの記録ディスクには、一般的にトラッキングエラー信号（プッシュプル信号）を得るためのグルーブ溝が形成されており、グルーブ溝を蛇行して得られるウォブル信号を重畳しており、各々の記録線速度において、プログラブルBPFによって検出し、周波数変調や位相変調によって符号化された情報を復調することで、未記録ディスクであってもディスク固有のアドレス情報とディスク情報が得られるようになっている。これらの情報は、ランド部の切り込み状の断続ピット（Land-PrePit信号）によって生成する場合も知られている。このようなディスク情報に、最小（最内周）記録線速度と最大（最外周）記録線速度と中間（中周）記録線速度などの複数の記録線速度における、最適な先頭加熱パルスの記録クロック周期Tに対する比 $T_{top}$ と、後続のマルチパルス部分の加熱パルスのデューティ比 $T_{mp}$ と、記録パワー $P_w$ とを予め埋め込んでいる。本実施の形態では、CAV記録を行う時に特に効果を有する先頭冷却パルスのパルス幅の比 $T_{cptop}$ についても設定するようにしている。これらをメディアから読み出すことで設定したり、記録装置で新たに設定するようにすることで（ステップS1）最適な設定値が得られ、記録線速度に対する線形近似された設定値の変化量（又は、その勾配）を算出する（S2）。

【0055】なお、変化量や勾配は、光ディスク媒体の特性に合わせて算出すればよく、線形近似やそれ以外の多項近似式で高精度に算出することもできる。次に、CAV制御における記録線速度の範囲から、適正な設定値の更新間隔を算出する（S3）（本実施の形態では、約 $0.35m/s$ 毎としている）。

【0056】このようにして得られた設定値の変化量は記録線速度に対するものであり、実際には前述のウォブル信号やPLL信号を復調して得られるアドレス情報で認識する必要がある。特定のアドレスが最内周位置から最外周位置まで決められており、記録線速度と対応づけることができる。次に、設定値を更新する間隔と、その間隔に対応したアドレスの範囲を割り付けることで（S4）、更新すべきアドレスに到達した時点で、設定値を更新することができる（S5）。実際のCAV制御による記録においては、現在のアドレスを読み出しながら（S6）、設定値を更新する範囲内即ちアドレス範囲内にあるかを判定し（S7）、範囲外になった場合、新たに算出された設定値に更新して（S4、S5）、連続的に記録を行うことができる。アドレス範囲内にある場合には、前述した通り、CAV制御にて記録を行い（S

8）、記録終了のアドレスに達するまで同様の処理を繰り返す（S9）。このような構成とすることで、コントローラによる記録パルス列の制御管理の負担を大幅に軽減することができる。

【0057】なお、記録パワー $P_w$ は、最内周位置と最外周位置とに対応した少なくとも2種の記録線速度における試し書き（OPC）によって最適値を求めたり、ウォブル信号から得られた記録パワーの情報を置換したり補正したりすることで、より高精度な設定を行うことも可能である。

【0058】本発明の第四の実施の形態を図7に基づいて説明する。本実施の形態は、上述した情報記録方法（パルス比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、比 $\rho$ 及びパルス比 $T_{cptop}$ の設定値を更新設定しながら）を用いて光ディスク媒体に記録するための情報記録装置に関する。

【0059】まず、光ディスク媒体1に対して、この光ディスク媒体1を回転駆動させるスピンドルモータ2を含む回転機構3が設けられているとともに、光ディスク媒体1に対してレーザ光を集光照射させる対物レンズや半導体レーザ等の光源を備えた光ヘッド4がディスク半径方向にシーク移動自在に設けられている。光ヘッド4の対物レンズ駆動装置や出力系に対してはサーボ機構5が接続されている。このサーボ機構5にはプログラブルBPF6を含むウォブル検出部7が接続されている。ウォブル検出部7には検出されたウォブル信号からアドレスを復調するアドレス復調回路8が接続されている。このアドレス復調回路8にはPLLシンセサイザ回路9を含む記録クロック生成部10が接続されている。PLLシンセサイザ回路9にはドライブコントローラ11が接続されている。システムコントローラ12に接続されたこのドライブコントローラ11には、回転機構3、サーボ機構5、ウォブル検出部7及びアドレス復調回路8も接続されている。また、システムコントローラ12にはEFMエンコーダ13や記録パルス列制御部14が接続されている。この記録パルス列制御部14は、先頭加熱パルスと後続するマルチパルス部分の加熱パルスとを含む加熱パルス制御信号を生成する記録パルス列生成部15の他、後述するセクタであるエッジセクタ16及びエッジ信号生成部17を含む。記録パルス列制御部14の出力側には記録パワー $P_w$ とバイアスパワー $P_b$ との各々の駆動電流源18をスイッチングすることで光ヘッド4中の半導体レーザを駆動させるドライバ回路であるLDドライバ19が接続されている。

【0060】このような構成において、記録線速度に対応したBPFの中心周波数をドライブコントローラ11によりプログラブルBPF6にセットし、ウォブル検出部7により検出されたウォブル信号からアドレス復調回路8によりアドレス復調するとともに、ドライブコントローラ11によって基本クロック周波数を変化させたPLLシンセサイザ回路9により、任意の記録線速度に



における記録チャンネルクロックを生成し記録パルス列制御部14に出力する。

【0061】次に、半導体レーザによる記録パルス列を発生させるため、記録パルス列制御部14には記録チャンネルクロックと記録情報であるEFMデータが記録パルス列制御部14、EFMエンコーダ13から各々入力され、記録パルス列生成部15で、先頭加熱パルスと後続するマルチパルス部分の加熱パルスを含む加熱パルス制御信号を生成する。そして、LDドライバ19で記録パワー $P_w$ とバイアスパワー $P_b$ との各々の駆動電流源18をスイッチングする。記録時にはバイアス電流源により定常的に再生パワー相当のバイアスパワー $P_b$ で半導体レーザを発光させ、前述の記録パルス列生成部15で生成された加熱パルス制御信号により図1に示したような記録パルス列のレーザ発光波形を得ることができる。

【0062】ここに、本実施の形態では、記録パルス列生成部15中の先頭加熱パルス生成部のエッジ信号生成部17として、ゲート素子を用いた遅延量0.5ns程度の多段遅延回路を配置しており、マルチプレクサ構成のエッジセクタ16に☐入力された後、システムコントローラ12によって選択されたエッジパルスによって前エッジ及び後エッジを可変する先頭加熱パルス制御信号が生成される。同様に、後続するマルチパルス部の加熱パルスの前エッジを可変する記録パルス列生成部15中の加熱マルチパルス生成部のエッジ信号生成部17においても、ゲート素子を用いた遅延量0.5ns程度の多段遅延素子を配置し、エッジセクタ16に☐入力された後、システムコントローラ12によって選択されたエッジパルスによって、加熱マルチパルス制御信号が生成される。

【0063】このような構成によって、請求項1〜4及び6記載の発明のように各々の設定値を決定し、所望の記録線速度で最適なエッジパルスが選択され、所望のマルチパルス列が発生するように動作させている。また、このような構成で生成した記録パルス列を所定の間隔で更新させるようにすると、各々の設定値は図3に示すように変化する。よって、多段遅延素子を用いると更新区間中は、各々のパルス幅が固定値となり記録チャンネルクロックの変化に応じてパルス幅の比やデューティは変化するように設定される。

【0064】次に、本実施の別の形態としては、記録パルス列生成部15中の先頭加熱パルス生成部に多段遅延素子の代わりに、位相比較器とループフィルタとVCO（電圧制御発振器）と分周器を用いたPLL構成のパルスエッジ生成部としてもよい。この構成では、記録チャンネルクロックを32逓倍した高分解能クロックをPLLによって発生させ、パルスエッジ信号としては0.03T、即ち、1.1ns〜0.5ns程度の分解能を有している。このような多段のパルスエッジ信号をマルチプ

レクサ構成のエッジセクタ16に☐入力された後、システムコントローラ12によって選択されたエッジパルスによって前エッジ及び後エッジを可変する先頭加熱パルス制御信号が生成される。同様に、後続するマルチパルス部の加熱パルスの前エッジを可変する記録パルス列生成部15中の加熱マルチパルス生成回路においても、PLL構成のパルスエッジ生成部を配置し、エッジセクタ16に☐入力された後、システムコントローラ12によって選択されたエッジパルスによって、加熱マルチパルス制御信号が生成されている。このような構成によって、請求項1〜4及び6記載の発明のように各々の設定値を決定し、所望の記録線速度で最適なエッジパルスが選択され、所望のマルチパルス列が発生するように動作させている。

【0065】また、このような構成で生成した記録パルス列を所定の間隔で更新させるようにすると、各々の設定値は図4に示すような値に変化する。よって、PLL構成のエッジパルス生成部を用いると更新区間中は、各々のパルス幅の比やデューティは記録チャンネルクロックの変化に対しても一定値となるように設定される。

【0066】なお、本発明はこれらの構成の何れに対しても、CAV記録時において均一な記録が可能であり、記録パルス列生成部としては種々の回路方式を用いることができる。

【0067】従って、本実施の形態の情報記録装置によれば、簡易で小規模な回路構成で前述したようなパルス比 $T_{top}$ 、デューティ比 $T_{mp}$ 、パワー比 $\rho$ 及びパルス比 $T_{cptop}$ の設定値の更新設定を伴う情報記録方法を用いたCAV制御による記録が可能となる。

【0068】

【発明の効果】請求項1記載の発明の情報記録方法によれば、記録パルス列における先頭冷却パルスの前エッジ位置を変化させて、後続のマルチパルス部分の冷却パルスとは異なるパルス幅となるように、所望の記録線速度に応じて該先頭冷却パルスのパルス幅を所定の間隔で更新するようにしたので、ディスク回転数を一定するCAV制御によって記録時の線速度が変化しても、光ディスク媒体全面に渡って均一な特性の記録が可能となる。

【0069】請求項2及び3記載の発明の情報記録方法によれば、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録時の線速度が変化しても、光ディスク媒体の最内周から最外周に渡って全面的に均一な特性の記録が可能となる。

【0070】請求項4記載の発明の情報記録方法によれば、種々の色素系の光ディスク媒体に対して回転数を一定とするCAV制御による記録を行なっても、光ディスク媒体全面に対応した記録パルス列の設定値の近似が可能となり、記録不良を起こすような設定を防止して、均一な再生特性が得られる記録が可能となる。

【0071】請求項5記載の発明の情報記録方法によれ

ば、2値化のスライスレベルに対する変動を抑えることができ、ジッタ特性が悪化することなく、また、再生クロックのPLLの安定性も良好となる記録が可能となる。

【0072】請求項6記載の発明の情報記録方法によれば、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録を行う場合においても、全ての記録線速度に対して蓄熱の影響によるマークのエッジシフトを補正でき、光ディスク媒体全面に渡って低ジッタな記録が可能となる。

【0073】請求項6記載の発明の情報記録方法によれば、色素材料の種類や溝構成等が異なった光ディスク媒体に関して、ディスク回転数を一定とするCAV制御によって記録を行う場合においても、全ての記録線速度に対して蓄熱の影響によるマークのエッジシフトを補正でき、光ディスク媒体全面に渡って低ジッタな記録が可能となる。

【0074】請求項7記載の発明の情報記録方法によれば、必要以上に設定値の更新をすることなく、簡易な方法で光ディスク媒体全面に渡って均一な特性で記録することが可能となる。

【0075】請求項8記載の発明の情報記録方法によれば、記録中であっても記録パルス列の最適な設定値からずれないように、設定値の更新の間隔を容易に認識することが可能となり、よって、ディスク回転数を一定とするCAV方式における記録パルス列の設定値を高精度に\*

\*更新できる。

【0076】請求項9記載の発明の情報記録装置によれば、簡易で小規模な回路構成で請求項1ないし8記載の情報記録方法を用いたCAV制御による記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態を示す記録パルス列等の説明図である。

【図2】記録線速度-加熱パルス比、パワー比等の特性図である。

【図3】その更新のさせ方を示す特性図である。

【図4】更新のさせ方を示す特性図である。

【図5】アシンメトリージッタ特性図である。

【図6】本発明の第三の実施の形態を示すフローチャート図である。

【図7】本発明の第四の実施の形態を示すブロック図である。

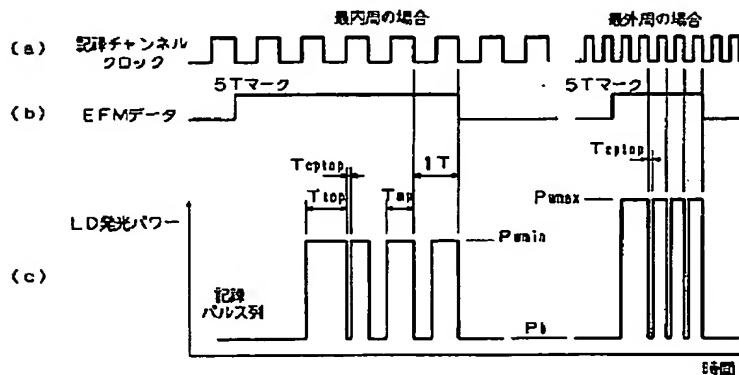
【図8】CLV方式の従来例を示す説明図である。

【図9】CAV方式の従来例を示す説明図である。

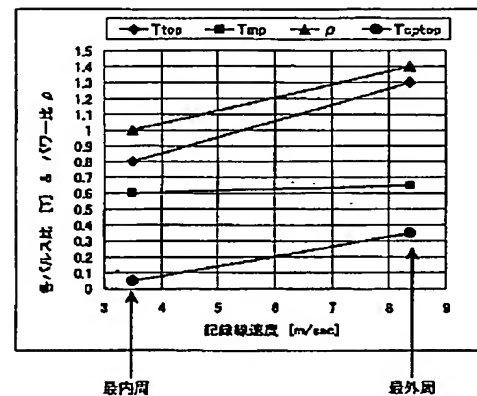
【符号の説明】

- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | 光ディスク媒体   |
| 12 | コントローラ    |
| 16 | セクタ       |
| 17 | エッジ信号生成回路 |
| 19 | ドライバ回路    |

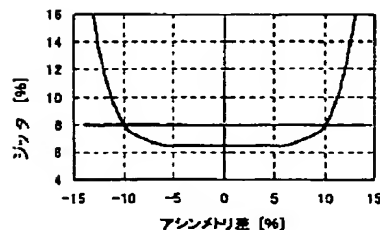
【図1】



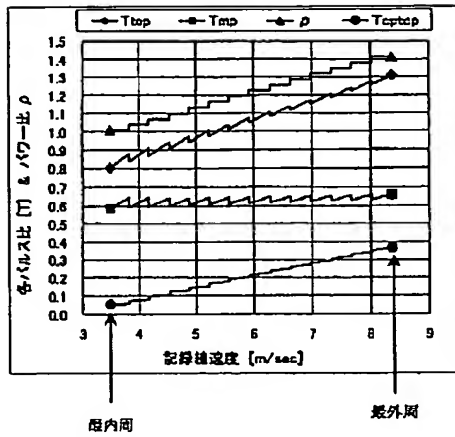
【図2】



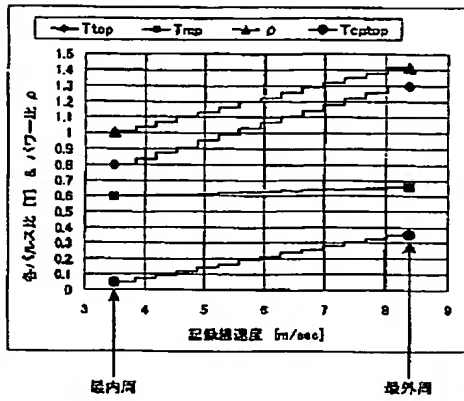
【図5】



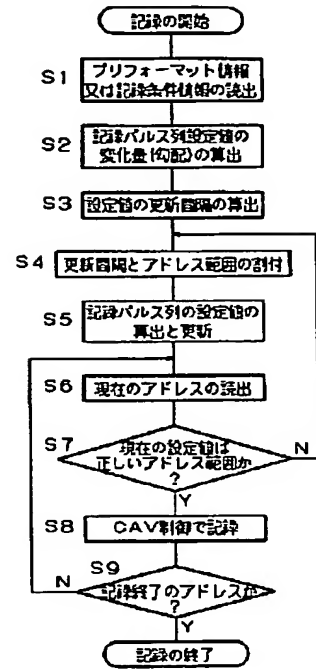
【図3】



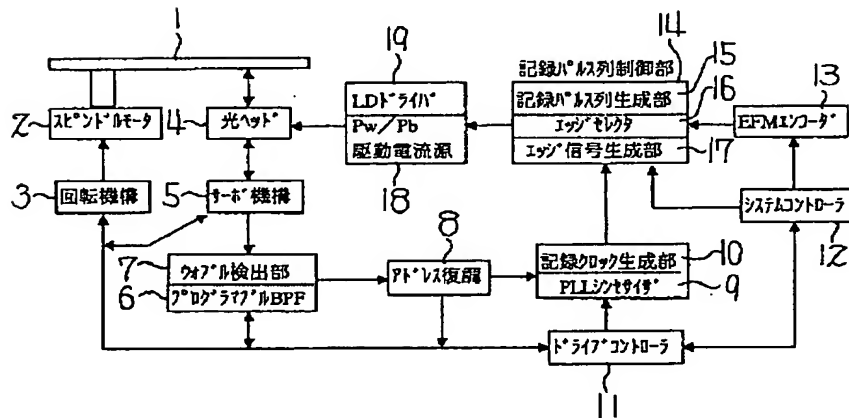
【図4】



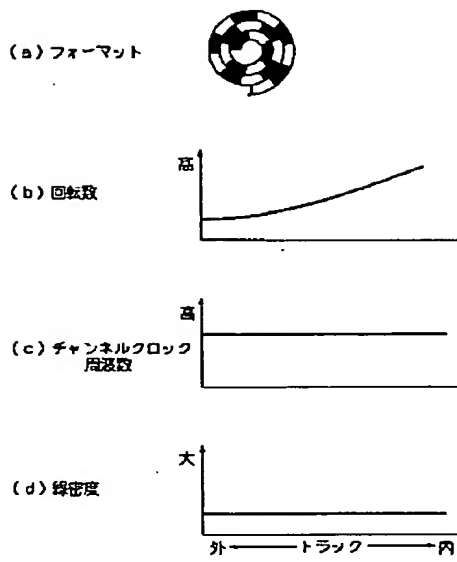
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

